

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Сулайманова Жибек Абдылдабековна, магистрант группы ЭЭМ-5-19 (ЭС), Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: jibek_sulaimanova@mail.ru

Научный руководитель: *Куржумбаева Роза Бейшенбековна*, к.т.н., доцент Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: kurzhumbaeva@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности зданий и сооружений, целью которого является экономия энергетических ресурсов, снижение затрат на эксплуатацию систем инженерного оборудования. Описаны существующие положения дел по энергоэффективности зданий в целом по республике. Приведены классификация зданий по энергоэффективности согласно законодательству КР в области энергетической эффективности и классы эффективности систем автоматизации зданий согласно новому европейскому стандарту EN15232, основные способы и меры для их повышения. Рассмотрен комплекс мероприятий с применением интеллектуальных инженерных систем и систем автоматизации зданий, как одном из важных и перспективных направлений в области повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, система автоматизации зданий (САЗ), автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета энергоресурсов (АИИСКУЭ).

INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN KYRGYZ REPUBLIC

Sulaimanova Jibek Abdyldebekovna, undergraduate, Kyrgyz State Technical University I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Aitmatova Ave., e-mail: jibek_sulaimanova@mail.ru

Supervisor: Kurjumbaeva Roza Beishenbekovna, Ph.D., Associate Professor, Kyrgyz State Technical University I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Aitmatova Ave., e-mail: kurzhumbaeva@mail.ru

Abstract. The article discusses the issues of improving the energy efficiency of buildings and structures, the purpose of which is to save energy resources, reduce the cost of operating systems of engineering equipment. The existing state of affairs on

energy efficiency of buildings in the country as a whole. The classification of buildings by energy efficiency in accordance with the legislation of the Kyrgyz Republic in the field of energy efficiency and efficiency classes of building automation systems in accordance with the new European standard EN15232, the main methods and measures for their improvement are given. A set of measures with the use of intelligent engineering systems and building automation systems is considered, as one of the important and promising directions in the field of improving the energy efficiency of buildings and structures.

Keywords: Energy efficiency, energy saving, building automation system (BAC), automated information and measuring system for monitoring and metering of energy resources.

Аннотация. Макалада имараттардын жана курулмалардын энергетикалык натыйжалуулугун жогорулатуу маселелери талкууланат, алардын максаты энергетикалык ресурстарды үнөмдөө, инженердик жабдуулардын иштеп жаткан тутумдарынын баасын төмөндөтүү болуп саналат. Боюнча учурдагы абал бүтүндөй өлкөдөгү имараттардын энергетикалык натыйжалуулугу. Энергиянын натыйжалуулугу жаатындагы Кыргыз Республикасынын мыйзамдарына ылайык имараттарды энергетикалык натыйжалуулук боюнча классификациялоо жана EN15232 Европалык жаңы стандартына ылайык имараттарды автоматташтыруу тутумдарынын натыйжалуулук класстары, аларды өркүндөтүүнүн негизги ыкмалары жана чаралары келтирилген. Имараттардын жана курулмалардын энергетикалык натыйжалуулугун жогорулатуу жаатындагы маанилүү жана келечектүү багыттардын бири катары интеллектуалдык инженердик тутумдарды жана имараттарды автоматташтыруу тутумдарын колдонуу менен иш-чаралардын комплекси каралат.

В современном мире очень актуальной является проблема энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

Существующие здания в Кыргызстане строились без учета энергоэффективности. Одним из путей решения данных проблем является внедрение функции систем автоматизации и управления зданием, которые выбираются по степени их влияния на энергоэффективность здания. Плюсами применения экономичных функций систем автоматизации зданий является сокращение эксплуатационных расходов, сохранений энергоресурсов и снижение выбросов CO₂.

Энергетическая эффективность зданий – это количество энергии, необходимой для удовлетворения всех энергетических потребностей в нормативном использовании здания.

Законодательством в сфере энергетической эффективности зданий и сооружений в Кыргызской Республике являются два закона - **Закон "Об энергосбережении"** (1998 год) [1] и Закон **«Об энергетической эффективности зданий»** от 26 июля 2011 года № 137 (поправки внесены в редакции Закона КР от 18 октября 2013 года N 194), а также вторичное законодательство, такие как постановления Правительства, регламенты и технические нормы. Целью Закона **«Об энергетической эффективности зданий»** является содействие повышению энергетической эффективности зданий с учетом улучшения теплового микроклимата в них, эффективности затрат, снижения потребления (использования) энергетических ресурсов и выбросов парниковых газов в атмосферу [2].

Действующий Закон распространяется на строительные объекты при их проектировании и строительстве; сдаче в эксплуатацию; сдаче в аренду; выставлении на продажу и энергетической реновации.

Таблица 1 Классификация зданий по энергоэффективности

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A	Очень высокий	-40 и менее
B	Высокий	от -30 до -40
C	Повышенный	От -15 до -30
D	Нормальный	от 0 до -15
E	Пониженный	от +35 до 0
F	Низкий	от +70 до +35
G	Особо низкий	более +70

Состояние зданий в Кыргызстане в среднем считается удовлетворительным. Между тем, около 50% фонда зданий, охваченных в рамках исследования, было построено в период с 1950 по 1980 годы, то есть, срок их эксплуатации превысил 40-60 лет. Причем, только в малой доле из числа этих зданий за последние 15 лет были проведены какие-либо ремонтные работы.

Согласно данным дорожной карты реализации мер для повышения энергоэффективности в зданиях за 2019 г., в Кыргызстане общественные здания потребляют примерно 850 ГВт*ч энергии в год, что составляет 10% от объема потребления первичной энергии в стране (10% национального потребления энергии и 11% общего потребления угля) и сектор общественных зданий является одним из крупнейших конечных потребителей энергии [3]. Тем не менее, в этом секторе испытывается дефицит энергоснабжения, что приводит к недогреву зданий в зимнее время, когда комфортные условия намного ниже нормы. Удельное энергопотребление составляет в среднем 162 кВтч на квадратный метр площади, тогда как спрос - в среднем 250 кВтч на квадратный метр. Приблизительно 70-88% от потребляемой энергии в зданиях расходуется на отопление помещений, при этом в 60% всех зданий для отопления помещений используется электроэнергия.

Согласно директиве Европейского Союза «Об энергопотреблении зданий (EPBD)», энергоэффективность складывается из следующих видов потребления тепловой и электрической энергии [4]:

- Отопление
- Горячее водоснабжение (ГВС)
- Охлаждение
- Вентиляция
- Освещение
- Другие виды энергопотребления

Самыми большими потребителями энергии в здании являются технические сооружения и осветительные приборы, на которые приходится от 40 - 60 % общих затрат на электроэнергию, а так быть не должно.

Согласно европейскому стандарту EN15232: «Влияние Автоматизации на энергоэффективность зданий» созданным в рамках спонсированного Европейским Союзом проекта стандартизации, целью которого является поддержка исполнения Директивы по энергоэффективности зданий (EPBD) и повышение энергосбережения в странах-членах ЕС, участником которого является и Кыргызстан, эффективность автоматизации зданий можно разделить на четыре класса энергоэффективности, от А до D [5].

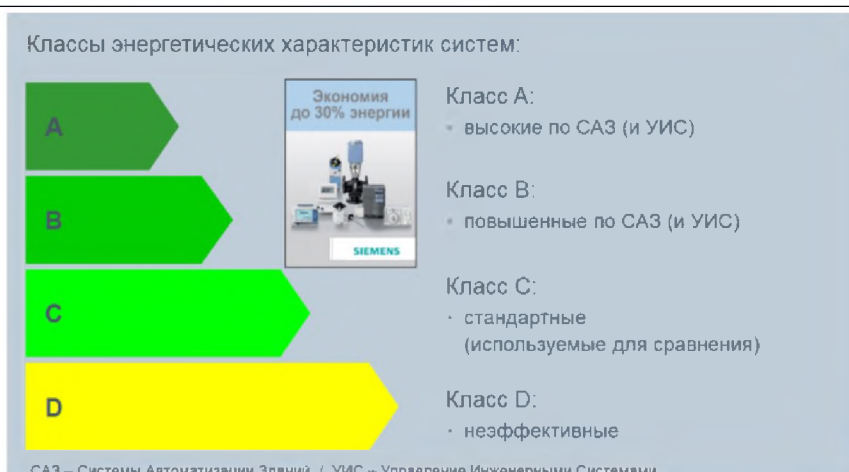


Рисунок 1

Класс D включает в себя неэнергоэффективные системы автоматизации зданий и методы управления инженерными системами, которые не должны закладываться в проектные решения. Класс C называется стандартным или сравнительным. Энергопотребление в инженерных системах, автоматизированных и управляемых по классу C, условно принимается за единицу для сравнения. Класс B включает в себя системы с повышенной энергоэффективностью. Класс A включает в себя системы с высокой энергоэффективностью. Например, в классе высокой энергоэффективности A экономия энергии в офисных помещениях может достигать 30 процентов по сравнению с эталонным классом C. Стандарты позволяют владельцам зданий оценивать успех их мер по оптимизации и реализации потенциальной экономии.

Повышения энергоэффективности в зданиях можно добиться с помощью различных мер, как показано на рисунке 1:



Рисунок 2

Архитектурно-строительные меры, являющиеся более трудоемкими и затратными, а также с большим сроком окупаемости — свыше 10 лет.

Модернизация инженерного оборудования — менее трудоемкая и затратная мера, со сроком окупаемости менее 10 лет.

Автоматизация инженерного оборудования - наименее трудоемкая затратная мера, со сроком окупаемости до 5 лет является. Автоматизация сокращает в том числе эксплуатационные затраты.

Потенциалы повышения энергоэффективности зданий можно определить двумя сценариями: *стандартные энергоэффективные технологии* рекомендуются для того, чтобы обеспечить соответствие зданий минимальным требованиям к энергоэффективности (класс

В) в Кыргызской Республике. Этот подход следует передовой отечественной практике и включает в себя широко применяемые технологии для модернизации зданий по всей стране и *сценарий передовой технологии ЭЭ*.

По результатам оценки рынка можно определить пять передовых технологий, как наиболее подходящие для зданий в Кыргызстане [6]. Эти технологии могут применяться в 70–80% всех существующих зданиях в дополнение к стандартным мерам по повышению энергоэффективности:

1. Тепловые насосы для отопления помещений могут заменить электрические котлы и сэкономить до 65% текущего потребления электроэнергии на отопление помещений. Тепловые насосы имеют очень высокую экономическую эффективность.

2. Тепловые насосы для горячего водоснабжения (ГВС) могут заменить электрические котлы и сэкономить до 73% текущего потребления электроэнергии для производства горячей воды. Эта наиболее экономически эффективная технология для водонагревательного оборудования в стране.

3. В системах управления освещением используются датчики дневного света и движения для управления интенсивностью освещения в соответствии с потребностями в определенных помещениях. Эта технология рекомендуется для применения в общественных зданиях с разной степенью загрузки помещений, таких как крупные административные здания, медицинские или образовательные учреждения.

4. Системы вентиляции с рекуперацией тепла необходимы для обеспечения воздухообмена; они могут снизить потери тепла до 60% благодаря контролируемому воздухообмену.

5. Комбинированные фотоэлектрические /аккумуляторные системы для больниц или поликлиник - для замены резервных дизель-генераторных установок и повышения устойчивости при эксплуатации здания путем обеспечения базового и аварийного энергоснабжения при отключениях электроэнергии.

Таблица 2

Стандартные технологии ЭЭ	Передовые технологии ЭЭ
Пакет А. Реконструкция каркаса здания	
Замена окон	
Замена дверей	
Теплоизоляция наружных стен	
Теплоизоляция кровли (чердачное перекрытие)	
Теплоизоляция пола	
Система вентиляции помещения	Система вентиляции с теплообменом
Пакет В. Реконструкция системы отопления помещений^а	
Замена отопительной сети и радиаторов	
Замена электрических нагревателей	Тепловой насос для отопления помещения (замена стандартного технологического решения)
Замена угольных котлов	
Установка современного индивидуального теплового пункта централизованной системы теплоснабжения	
Инфракрасные керамические обогреватели (комнатные)	
Пакет С. Система освещения и горячее водоснабжение для бытовых целей^б	
Светодиодные системы освещения в помещениях и уличные	
Замена электрических приборов (например, кухонные приборы и учебное оборудование)	
Замена котлов или сетей горячего водоснабжения	Тепловой насос для горячего водоснабжения (замена стандартного технологического решения)
	Солнечный коллектор для горячего водоснабжения
	Система мониторинга и управления потреблением энергии (альтернативный вариант для крупных учреждений)

Таблица 3 Применимость передовых энергоэффективных технологий и ВИЭ

Цель потребления энергии	Школы	Дошкольные учреждения / детские сады	Больницы / поликлиники
Вентиляция	Вентиляция с теплообменом через центральную ОВКВ	Вентиляция с теплообменом в помещении	Вентиляция с теплообменом через центральную ОВКВ
Управление потреблением энергии			Система энергетического менеджмента
Горячее водоснабжение	Тепловой насос ГВС	Тепловой насос ГВС	Тепловой насос ГВС
Отопление помещений	Мощный тепловой насос + Вентиляция через ОВКВ или Мощный тепловой насос + отопительная сеть	Мощный тепловой насос + отопительная сеть	Мощный тепловой насос + Вентиляция через ОВКВ
Управление освещением			Управление освещением (включая светодиодное освещение)
Аварийное электропитание			ФЭ + блок аккумуляторов на крыше

Примечание: ОВКВ = установка отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. ФЭ = фотоэлектрические панели. ГВС = горячее водоснабжение.

При условии реализации выбранных мер по повышению энергоэффективности общий теоретический потенциал энергосбережения составит 50–60% от общего потребления энергии или 500 ГВт*ч в год. Для модернизации потребуются инвестиции на сумму 1,085 млрд. долларов США и тогда, весь фонд зданий будет приведен в соответствие с требованиями энергетической эффективности класса «В». Согласно законодательству Кыргызской Республики в области энергетической эффективности зданий класс «В» — это минимальный класс энергетической эффективности.

Таблица 4 Затраты и результаты повышения энергоэффективности и энергосбережения в зданиях КР

Тип технологии	Удельное годовое энергосбережение (кВтч/м ²)	Инвестиции (долл. США/м ²)
<i>Стандартные / традиционные энергоэффективные технологии</i>	80-110 (~ 50% ЭЭ)	80-100
Каркас здания: теплоизоляция наружных стен, крыши и пола, замена окон и дверей		
Система вентиляции помещений		
Отопительная система: новые отопительные котлы, реновация отопительной сети, гидравлическая балансировка, радиаторы, термостатические клапаны		
Энергоэффективное освещение (светодиодное) в помещениях + уличное освещение		
<i>Инновационные технологии</i>	35-55 (дополнительно ~ 20% ЭЭ)	70-100 (дополнительные затраты)
Система вентиляции с теплообменом		
Тепловые насосы для отопления помещений		
Горячее водоснабжение: солнечные коллекторы или тепловые насосы ГВС		
Система энергетического менеджмента и управления освещением		
<i>Всего (традиционные + передовые технологии)</i>	100–160 (60-70% ЭЭ)	140-190

Учитывая средний срок службы материалов и оборудования пакета реновации ЭЭ, прогнозируемая экономия энергии может быть достигнута в течение 30 лет [7]. Соотношение

вложенных капитальных расходов на энергоэффективную реновацию к прогнозируемой экономии энергии на протяжении всего срока службы составляет 0,05 долл. США за киловатт-час (3,6 сом/кВтч), т.е. на каждый сэкономленный киловатт-час требуется 0,05 долларов США инвестиций, что является хорошим коэффициентом.

Систему автоматизации зданий можно назвать «мозгом» здания, объединяющую информацию для всех технологий здания и управления системами отопления и охлаждения, системами вентиляции и кондиционирования воздуха, освещением, а также системами противопожарной защиты и безопасности.

Система автоматизации должна подбираться индивидуально для каждого объекта и обеспечивать максимально возможное повышение энергоэффективности. При этом владельцы зданий должны получать:

- снижение затрат на тепловую и электрическую энергию и на техническое обслуживание;
- постоянные комфортные условия в помещениях;
- повышение надежности и эффективности инженерного оборудования и продление срока его службы;
- повышение компетентности обслуживающего персонала и облегчение его работы;
- ослабление негативного влияния на окружающую среду

При автоматизации систем зданий, управление может осуществляться через сенсорные панели, настенные комнатные выключатели и пульта дистанционного управления. Любую информацию о здании и состоянии его инженерных систем можно получить даже с помощью мобильного телефона, зайдя на интернет-сайт и введя пароль для доступа. Разумеется, более удобным способом удаленного управления является использование специального программного обеспечения, устанавливаемого на персональные компьютеры. Программы, позволяющие управлять интеллектуальным зданием, можно установить на рабочем компьютере в офисе или даже на ноутбук.

Одним из решений является полная или частичная автоматизация систем освещения. Первым и очень удобным является способ автоматического выключения светильника через некоторый промежуток времени после его включения. Например, для пятиэтажного дома этот интервал может составлять 3 – 5 минут. Если подъем на этаж занимает больше времени, чем назначенный интервал, то человек может нажать кнопку на любом другом этаже, и продолжительность включения светильника увеличится еще на 5 минут. Во избежание выхода осветительных приборов из строя автоматика будет включать их постепенно в течение одной – двух секунд. Такая технология позволяет продлить эксплуатационный ресурс ламп накаливания в 5 – 7 раз. Вся автоматика размещается в щитке на одном из этажей или в специальном техническом помещении. Суммарные габариты такого оборудования будут составлять не более 250x250x50 мм. Тем не менее, в соответствии с требованиями [1,8] в ближайшей перспективе необходим переход на энергосберегающие источники света – люминесцентные, в том числе натриевые и металлогалогеновые, а также светодиодные. При дальнейшем развитии рассматриваемой идеи управление включением освещения может осуществляться по сигналам датчиков движения – одного, устанавливаемого в подъезде напротив входа, или нескольких, размещаемых в необходимых местах.

Внедрение автоматизированных информационно-измерительных систем контроля и учета энергоресурсов (АИИС КУЭ) так же позволяет осуществлять контроль за потреблением электроэнергии, получать точный учет и управлять энергопотреблением. Минус данного метода – большой срок окупаемости, но позволяют обеспечить устойчивое повышение энергоэффективности объекта на долгосрочную перспективу.

Энергоэффективные здания показывают, насколько владельцы уделяют внимание энергосбережению. Этот «зеленый образ» становится все более важным, и системы автоматизации для различных типов зданий или групп зданий играют в нем важную роль. По мере увеличения степени автоматизации систем жизнеобеспечения растет и их интеграция с

информационной инфраструктурой здания. Благодаря стандартизированным базам данных и открытым протоколам мы можем обмениваться информацией в реальном времени между различными системами, чтобы обеспечить комфорт и безопасность, повысить энергоэффективность и управлять эксплуатационными расходами. Они также поддерживают связь между системой жизнеобеспечения и ее пользователями. Это повышает эффективность обслуживания зданий, одновременно улучшая качество жизни и производительность. В то же время человеческий фактор может играть как положительную, так и отрицательную роль, поэтому существуют «умные» решения, которые могут привлечь внимание пользователей к рациональному использованию энергии и способствовать экономии энергии. Таким образом, современные системы автоматизации позволяют добиться наиболее полного энергосбережения в инженерной системе и стабильно поддерживать комфортные условия в здании.

Список литературы

1. Закон КР «Об энергосбережении» от 07.07.1998 г. (В редакции Законов КР от 24 декабря 2008 года № 269, 15 июня 2013 года № 96, 30 июля 2013 года № 175, 18 июля 2014 года № 144, 6 июля 2016 года № 99, 8 июля 2019 года N 83)
2. Закон КР «Об энергетической эффективности зданий» от 26 июля 2011 года № 137 (Поправки внесены в редакции Закона КР от 18 октября 2013 года N 194).
3. Дорожная карта реализации мер для повышения энергоэффективности в общественных зданиях Кыргызской Республики. Международный банк реконструкции и развития, апрель 2019 г. С. 7
4. EPBD Директива по энергоэффективности зданий от 12.2002
5. Стандарт EN15232: «Влияние Автоматизации на энергоэффективность зданий»
6. Отчет Всемирного банка «Оценка рынка для запуска инновационных энергоэффективных технологий и технологий на базе возобновляемых источниках энергии для реконструкции общественных зданий» (2018 г., в ограниченном доступе) содержит углубленный обзор кыргызского рынка ЭЭ и ВИЭ технологий.
7. Постановление Правительства Кыргызской Республики «Об утверждении лимита потребления тепловой, электрической энергии, природного газа, воды и приема стоков на 2005 – 2006 годы для бюджетных организаций и мерах по рациональному использованию средств, выделяемых бюджетным организациям на оплату коммунальных услуг» от 2 июня 2005 года, № 255
8. Рахимов К.Р. О снижении технических потерь электроэнергии в кыргызской энергосистеме/ К.Р. Рахимов// Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. №3(55). 2020. С. 98-101